

## ПОПОВНЕННЯ ОБМІННИХ ФОНДІВ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

д.т.н., проф. О.М. Крюков , к.т.н. Г.В. Фесенко, А.О. Подорожняк

*Розглянуто модель поповнення обмінних фондів, яка дозволяє мінімізувати витрати на поповнення обмінних фондів засобів вимірювальної техніки органами постачання.*

**Постановка задачі.** Експлуатація систем критичного використання (СКВ) (газо- та нафтотранспортні системи, атомні та гідроелектричні станції тощо), важливою складовою яких є засоби вимірювальної техніки (ЗВТ), пов'язана із ризиком відмов та виникнення аварійних ситуацій. Під час проведення відновлювальних робіт щодо їх усунення для заміни ЗВТ, які вилучені з місць експлуатації для проведення ремонту більше ніж на встановлені терміни, використовуються ЗВТ зі складу спеціально створених запасів – обмінних фондів (ОФ) [1]. Для забезпечення своєчасної заміни пошкоджених ЗВТ, їх кількість у складі обмінного фонду повинна становити не менше заданої. Поповнення ОФ до необхідної кількості здійснюється шляхом планових поставок нових ЗВТ органами постачання. При цьому місця зберігання (виробництва) ЗВТ органів постачання та розташування складів ОФ територіально рознесені. Тому актуальною є задача мінімізації вартості поповнення ОФ органами постачання.

**Аналіз літератури.** В науково-технічній літературі процесу мінімізації витрат пов'язаних з організацією поставок ЗВТ органами постачання до складів ОФ приділено недостатньо уваги [2, 3]. Крім того, в існуючих моделях використання та поповнення ОФ [3] не враховуються витрати на зберігання органами постачання надлишкових ЗВТ.

Таким чином, розглянуті моделі можуть бути застосовані лише для попередніх розрахунків, бо дають лише наближені результати та не дозволяють мінімізувати витрати на використання та поповнення обмінних фондів.

**Мета статті.** Метою статті є: запропонувати позбавлену вище вказаних недоліків модель поповнення обмінних фондів засобів вимірювальної техніки систем критичного використання .

**Викладення основних результатів.** Розроблена модель описує систему взаємозв'язків між наявністю ЗВТ в органах постачання та потребністю в них на складах зберігання ОФ.

**Перший етап.** Приймаємо припущення, що надлишки ЗВТ зберігаються в органах постачання. Визначаємо вихідні дані: кількість ЗВТ в кожному органі постачання  $A_i$  ( $i = \overline{1, n}$ ), кількість ЗВТ, що потребують склади обмінних фондів  $B_j$  ( $j = \overline{1, m}$ ); вартість перевезення кожного ЗВТ від будь-якого органу постачання до кожного складу ОФ  $\square\square$  та вартості зберігання надлишкових ЗВТ в органах постачання  $\square$  EMBED Equation.3

**Другий етап.** Визначаються технологічні процеси. В нашому випадку технологічний процес полягає в знятті ЗВТ з обліку, розконсервації, підготовці до транспортування та транспортуванні ЗВТ з органів постачання до складів ОФ, або в його зберіганні в органах постачання.

**Третій етап.** Визначаються об'єкти, які виробляються та споживаються технологічними процесами, та одиниці для виміру кожного з них. Для моделі, яка пропонується в якості об'єктів технологічних процесів виступають ЗВТ, що знаходяться в органах постачання, ЗВТ, які поступають до складів обмінних фондів, та ЗВТ, які зберігаються в органах постачання.

**Четвертий етап.** Визначаються інтенсивності  $\square$  EMBED Equation.3  $\square\square\square$  які характеризують ЗВТ, що споживають та виробляють технологічні процеси зняття ЗВТ з обліку, розконсервації, підготовки до транспортування та транспортуванні ЗВТ;  $\square$  EMBED Equation.3  $\square\square\square$  що характеризують процес зберігання ЗВТ, екзогенні потоки  $\square$  EMBED Equation.3  $\square\square\square$  та складаються рівняння матеріального балансу, які описують модель мінімізації витрат  $\square$  EMBED Equation.3  $\square\square\square$  на поповнення ОФ ЗВТ в СКВ:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^m x_{1j} + y_1 = N_{A_1}; \\ \dots \\ \sum_{j=1}^m x_{nj} + y_n = N_{A_n}; \\ \sum_{i=1}^n x_{i1} = -N_{B_1}; \\ \dots \\ \sum_{i=1}^n x_{im} = -N_{B_m}; \\ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij} x_{ij} + \sum_{i=1}^n S_i y_i = Z_{\min}(x, y). \end{array} \right. \quad (1)$$

**П'ятий етап.** Визначаються обмеження щодо значень змінних в наведеній системі рівнянь матеріального балансу:

$$\begin{array}{l} C_{21} = 2,5; \\ y_{ij} \geq 0. \end{array} \quad (2)$$

Система рівнянь (1) разом з обмеженнями щодо інтенсивностей розглянутих технологічних процесів (2) являє собою транспортну задачу, що може бути розв'язана за допомогою інструментарію теорії лінійного програмування.

**Результати моделювання.** Розглянемо можливість застосування моделі для визначення мінімальних витрат на організацію поповнення обмінних фондів за наступних вихідних даних: кількість органів постачання дорівнює 2 ( $i = \overline{1, 2}$ ); кількість складів ОФ – 3 ( $j = \overline{1, 3}$ ); кількість ЗВТ на першому та другому органах постачання складає  $N_{A_1} = 350$  та  $N_{A_2} = 650$  відповідно; кожен склад обмінного фонду необхідно поповнити на 300 ЗВТ ( $N_{B_1} = N_{B_2} = N_{B_3} = 300$ ); вартості перевезень від кожного з органів постачання до кожного складу ОФ в умовних одиницях дорівнюють:

$$C_{11} = 2,5; C_{12} = 1,7; C_{13} = 1,8;$$

$$C_{21} = 2,5; C_{22} = 1,8; C_{23} = 1,4;$$

вартість зберігання надлишкових ЗВТ в органах постачання в умовних одиницях складає  $S_1 = S_2 = 0,3$ . Отримане із застосування запропонованої моделі рішення співпадає з мінімально можливими витратами  $Z = Z_{\min} = 1710$  умовних одиниць при:

$$x_{11} = 28; x_{12} = 300; x_{13} = 0; x_{21} = 272; x_{22} = 0; x_{23} = 300;$$

$$y_1 = 22; y_2 = 78.$$

За допомогою розробленої моделі було проаналізовано вплив кількості ЗВТ у першому органі постачання на витрати щодо поповнення обмінних фондів (рис. 1).

Аналіз наведеного графіку дозволяє зробити наступні висновки: при збільшенні кількості ЗВТ у органі постачання від 210 до 250 інтенсивність зростання витрат на поповнення обмінного фонду є значно вищою, ніж при збільшенні з 250 до 300. Така особливість в зміні витрат пояснюється тим, що після постачання 250 ЗВТ з цього органу постачання задовольняються вимоги споживачів (складів ОФ) у повному обсязі і загальні витрати зростають виключно за рахунок витрат на утримання надлишкових ЗВТ. Останні витрати є суттєво меншими ніж витрати на доставку ЗВТ з органів постачання до складів обмінних фондів.

**Висновки.** Запропонована модель поповнення обмінних фондів засобів виміральної техніки може застосовуватися з метою отримання вихідних даних для планування використання обмінних фондів ЗВТ СКВ з мінімальними витратами.

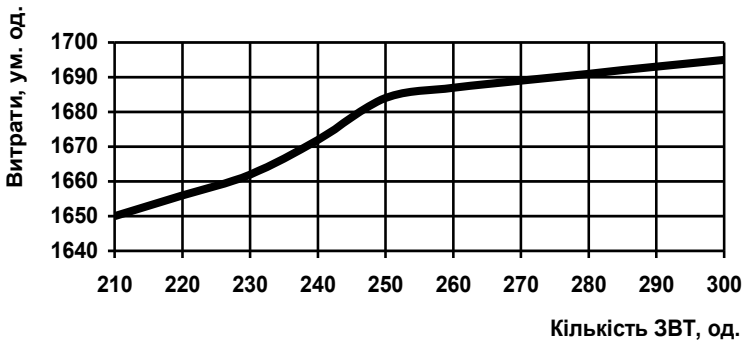


Рис. 1. Графік залежності витрат на поповнення обмінного фонду від кількості ЗВТ в органах постачання

Результати, отримані за допомогою даної методики, дозволяють спрогнозувати та скорегувати кількість ЗВТ, необхідних під час здійснення заходів щодо поповнення обмінних фондів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. *Метрологическое обеспечение и эксплуатация измерительной техники /*

- Г.П. Богданов, В.А. Кузнецов, М.А. Лотонов и др. Под ред. В.А. Кузнецова. – М.: Радио и связь, 1990. – 240 с.*
2. *Сергеев А.Г., Крохин В.В. Метрология. – М.: Логос, 2001. – 408 с.*
  3. *Гультяев А.Г. Визуальное моделирование в среде MATLAB. – С.-Пб.: Питер, 2000. – 432 с.*

*Надійшла 30.07.2004*

**КРЮКОВ Александр Михайлович**, докт. техн. наук, професор кафедри ХУ ПС. В 1985 році закінчив ХВВКІУРВ. Область наукових інтересів – теоретичні і прикладні основи метрологічного забезпечення вимірювальних систем спеціального призначення.

**ФЕСЕНКО Герман Вікторович**, канд. техн. наук, начальник НДЛ ХУ ПС. В 1995 році закінчив ХВУ. Область наукових інтересів – метрологічне забезпечення та проблеми експлуатації складних технічних систем.

**ПОДОРОЖНЯК Андрій Олексійович**, науковий співробітник НДЛ ХУ ПС. В 1988 році закінчив ХВВАУРЕ. Область наукових інтересів – використання еволюційних технологій в складних технічних системах та проблеми їх метрологічного забезпечення.

---